

2台の自律ロボットによるテザーを利用した物体の協調搬送

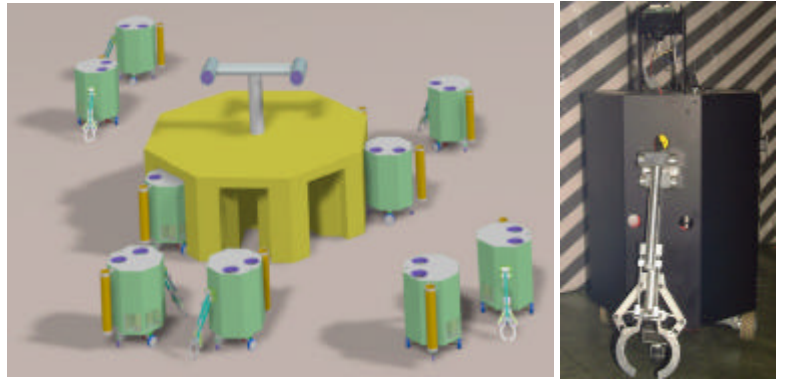
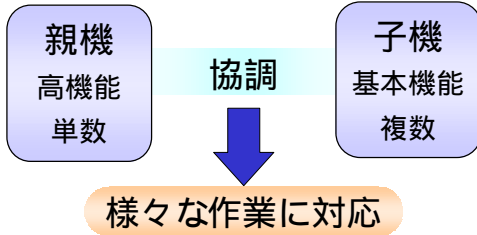
伊能教夫・小関道彦・鈴木尊文（東工大）

1. はじめに

惑星探査など未知領域における探索システム

SMC = Super Mechano-Colony

自律ロボットによる親子型群ロボットシステム



2. テザーを利用した協調搬送

複数の子機による協調搬送に着目

協調搬送

重量物の搬送が可能

テザー利用

様々な形状の物体を捕獲可能
収納スペースの小型化が可能

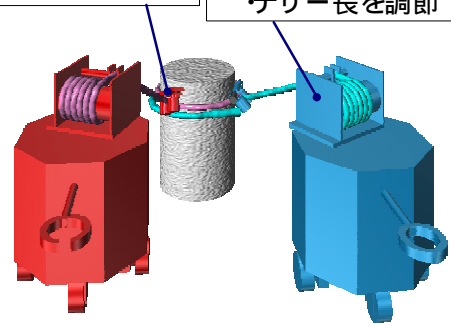
テザーは未知形状物体の搬送形態として適切

→ テザー操作を支援するユニットを開発

搬送物締付ユニット
物体の拘束

テザー巻取ユニット

テザーを収納
テザー長を調節



3. テザー巻取ユニットの開発

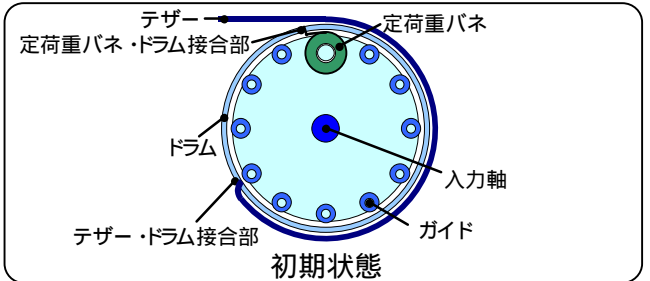
テザーを利用することにより生じる問題点

- 2台が張力を作用し続ける必要がある。
- テザーには電線を用いる。
(搬送物締付ユニットへの電力供給 制御信号のため)
- 過負荷を避けるため稼働範囲が制限される。

テザー長の調節が必要！

協調搬送中、能動的にテザー長を調節することは困難

受動的にテザー長を調節するため、
テザー巻取ユニットにバネ成分を組み込むことにより解決

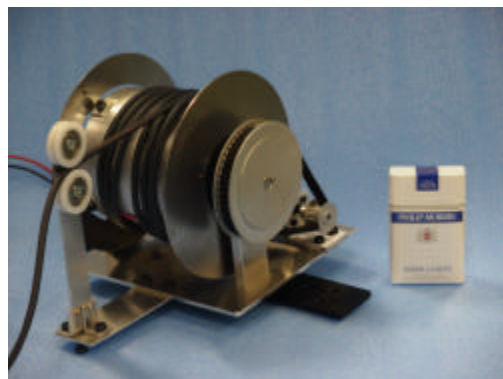


受動的伸長

能動的巻取



テザー巻取ユニット 内部機構



製作したテザー巻取ユニット



子機に搭載した様子

4. 進路決定アルゴリズム

4.1 進路判断権の決定

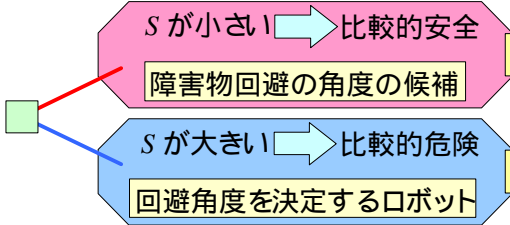
Δq ごとに障害物までの距離を計測

進路危険評価指標

$$I(q) = \frac{1}{d(q)}$$

$$S = I(q)$$

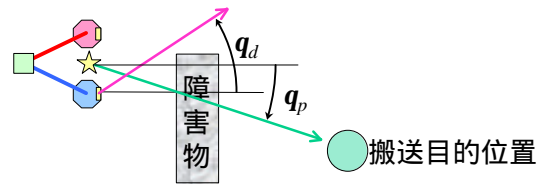
各ロボットについて算出し S を比較



4.2 進行目標角の決定

$I(q)$ を最小にする q ⇨ 障害物回避の角度 q_d

搬送目的位置は既知 ⇨ 搬送目的位置へ向かう角度 q_p



進行目標角度

$$q_o = a_1 q_d + a_2 q_p \quad a_1 + a_2 = 1.0$$

a_1, a_2 は障害物との距離に応じた値

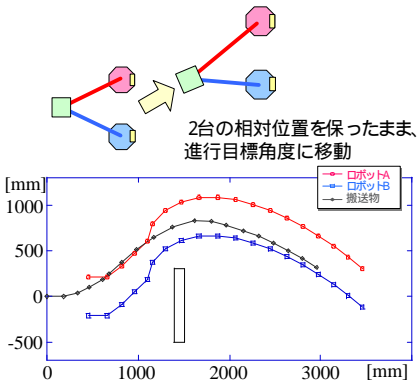
5. 計算機シミュレーション

CPU負荷の低減
位置測定精度の限界

⇨ 単純な協調移動アルゴリズム

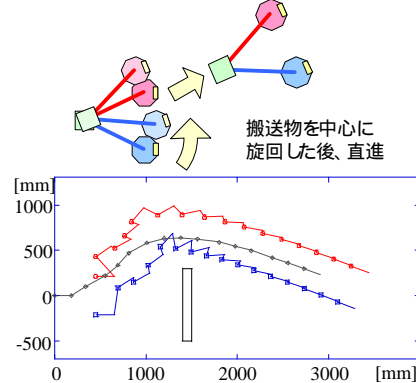
⇨ 計算機シミュレーションにより
最適なアルゴリズムを模索

目標角度直進型アルゴリズム



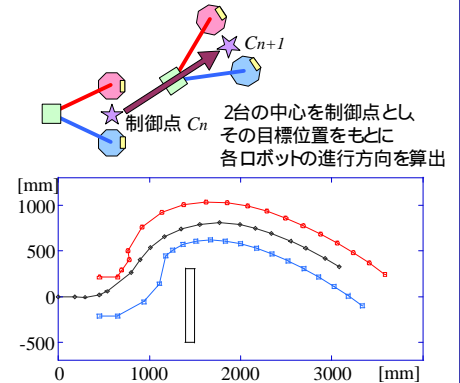
テザー長の変動が大きい
ロボットと搬送物の位置関係が不適

テザー長一定型アルゴリズム



エネルギー消費が大きい
デッドレコニングによるずれの増大

制御点移動型アルゴリズム

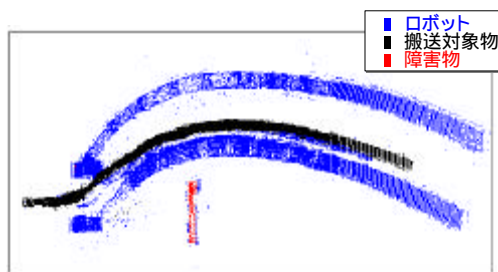


テザー長の変動小・平滑な軌跡
協調搬送アルゴリズムとして有効

6. 実機による動作検証



協調搬送 (障害物回避)



協調搬送時の軌跡



吊り上げ搬送

7. まとめ

- 2台のSMC子機 (自律ロボット)がテザーを利用して協調搬送する手法を提案した。
- テザー長を受動的に調整するテザー巻取ユニットを開発した。
- テザーを利用した協調搬送アルゴリズムを計算機シミュレーションにより検証した。
- 2台の自律ロボットによる物体の協調搬送および吊り上げ搬送を実現した。